

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-051673

(43)Date of publication of application : 06.03.1991

(51)Int.Cl.

F25B 13/00

(21)Application number : 01-186566

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.07.1989

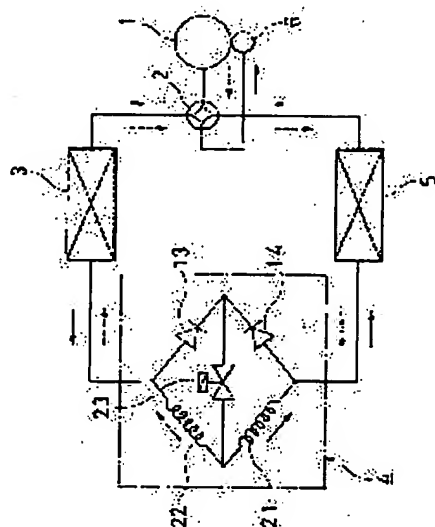
(72)Inventor : AOKI KATSUYUKI
NAGATOMO HIDEAKI
KUBO SEIJI
UMEMURA HIROYUKI
TANAKA TOSHIHIRO
ISONO KAZUAKI
ISHIOKA HIDEAKI

(54) HEAT PUMP TYPE COOLING OR HEATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To simplify a piping work in a pressure reducing mechanism by a method wherein the first and second capillary tubes are connected in series, the first and second check valves are connected in parallel with the capillary tubes in an opposite direction and a solenoid valve is arranged in a bypassing pipe for use in connecting between the first and second capillary tubes and between the first and second check valves.

CONSTITUTION: In case of heating operation, a solenoid valve 25 is released, gaseous refrigerant of high pressure discharged from a compressor 1 is liquified with an indoor heat exchanger 3 through a four-way valve 2 and flowed to a pressure reducing mechanism 4. At this pressure reducing mechanism 4, the refrigerant passes from the first check valve 13 through a solenoid valve 25 and its pressure is reduced by the first capillary tube 21. The refrigerant of which pressure is reduced is gasified with an outdoor heat exchanger 5, the refrigerant passes through the four-way valve 2 and is returned to the compressor 1. At this time, the first capillary tube 21 is adjusted in such a way as a flow rate of the refrigerant becomes the most suitable value. Then, in case of a low operating frequency, the solenoid valve 23 is closed to flow the refrigerant from the second capillary tube 22 to the capillary tube 21 and a sufficient pressure reduction is carried out.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

THIS PAGE BLANK (USPTO)

application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平3-51673

⑮ Int. Cl. ³C 30 B 15/00
30/04
H 01 L 21/208

識別記号

Z
P

庁内整理番号

8618-4G
7158-4G
7630-5F

⑭ 公告 平成3年(1991)8月7日

発明の数 2 (全4頁)

⑯ 発明の名称 単結晶の製造方法およびその装置

⑰ 特 願 昭60-173940

⑱ 公 開 昭62-36097

⑲ 出 願 昭60(1985)8月7日

⑳ 昭62(1987)2月17日

⑳ 発 明 者 拜 田 治 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉑ 発 明 者 荒 谷 復 夫 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉒ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

㉓ 代 理 人 弁理士 小杉 佳男 外1名

審 査 官 新 居 田 知 生

㉔ 参 考 文 献 特開 昭60-36392 (JP, A)

1

㉕ 特許請求の範囲

1 熔融物質から引上げ法にて単結晶を製造する方法において、収容容器内のルツボ側壁近傍の熔融物質に下向きの進行磁場を印加しながら種結晶を引上げることにより結晶成長を行うことを特徴とする単結晶の製造方法。

2 加熱装置を備え熔融物質を収容する単結晶引上げ用容器と、該容器の側壁の外周を取囲む複数組のコイルを有する電磁石と、該電磁石のコイルに各々位相の異なる交流電源を供給する装置とを設けたことを特徴とする単結晶の製造装置。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、引上げ法によるSiやGaAsなどの半導体あるいは無機化合物などの単結晶の製造方法およびその装置に関する。

〔従来の技術〕

引上げ法はチヨクラスキー法とも言われ、大径の単結晶インゴットが得やすいなどの利点があるためSiやGaAsなどの単結晶の製造に実用されている。しかしながら、酸素不純物濃度が高いこと、ストリエーションと呼ばれる縞状の欠陥(成長縞)が発生するなどの欠点があつた。

これらの欠点を解決するため、例えば特公昭58

2

—50953では、ルツボ中の熔融Siに静磁場を印加し、該熔融Siの流動を抑制することが提案されている。Si中の酸素の固液平衡分配係数は1.25と1より大きいので、引上げ中の単結晶と接するSi融液の酸素濃度は、第2図に示すように母液相の濃度より低くなる。従つて、熔融Siの流動を抑制することにより、母液相から、固/液界面に運ばれる酸素の量を減らせば、単結晶中の酸素濃度が減少する。さらに、熔融Siの流動を抑制するとルツボに使用するSiO₂から熔融Siへの酸素の溶出も減少する。以上、2つの効果により単結晶インゴット中の酸素濃度が減少すると考えられている。

一方、特開昭59-131597においては、GaAs単結晶をチヨクラスキー法で製造する際、静磁場を印加することにより成長縞の無い高品質の結晶を得ている。

さらに、特開昭55-10405ではSi融液に回転磁界を与え、該Si融液を回転することが提案されている。

Japanese Journal of Applied Physics, vol 19(1980) p.p.L-33~36に発表された実験結果によると、単結晶インゴットを、上記Si融液の回転と同一方向に回転すると酸素濃度は減少し、さらにルツボをもSi融液の回転と同一方向に回転する

と一層酸素濃度が減少する。単結晶インゴットとルツボの回転方向と同一方向にSi融液を回転させると、Si融液が、単結晶インゴットとルツボに対し、相対的に静止していることになるため、静磁場印加法と同様の効果が得られるものと考えられる。

さて、チヨクラスキー法においては、単結晶インゴットを回転しながら上げる。この目的の1つは、該インゴット水平面内のドーピング元素濃度を均一にすることである。第2図に示すように、PやBなどのドーピング元素は固液分配係数が1より小さいため、酸素とは逆に固/液界面の濃度が母液相濃度より高くなる。このPやBの固/液界面濃度は、凝固に伴う排出速度と母液相への拡散速度のかねあいで決まる。

結晶を回転しない場合には、第3図に示すような熱対流10が発生し、この洗浄効果により拡散が促進され、結晶側面近くは中心部に比べてPやBの界面の濃度が低くなる。単結晶インゴットを回転すると第4図に示すように結晶中心部にSi融液の上昇流(強制対流11)を生じ中心部でのPやBの濃度を端部のそれと同程度にする効果がある。それ故、結晶回転による強制対流によりインゴット水平面内のドーピング元素濃度が均一化する効果がある。

SiやGaAs融液に静磁場を印加すると熱対流11のみでなく、上記のように有用な動きをする強制対流をも抑制する。また、回転磁場によりSi融液をSi融液と同方向に回転させる場合も第4図に示す強制対流は弱められる。この結果、静磁場や回転磁場を印加すると、インゴット面内のドーピング元素濃度の分布が不均一性を増大するという欠点があった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明は、単結晶面内のドーピング元素や不純物元素などの不均一などの弊害をもたらすことなく、またルツボ材のSiO₂からSi融液中へ酸素が溶出するのを低減することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明者らは、結晶回転による強制対流を減ずることなく、熱対流のみを防止する方法につき種々検討した結果、本発明を知見するに至った。

本発明は、ルツボ内融液に下向きの進行磁場を印加することにより該融液内の熱対流を防止し、

これによつてルツボ材の溶出を低減するものであつて、熔融物質から引上げ法にて単結晶を製造する方法において、収容容器内のルツボ側壁近傍の熔融物質に下向きの進行磁場を印加しながら種結晶を引上げることにより結晶成長を行うことを特徴とする。

また本発明の装置は上記方法の実施のために専ら用いる装置であつて、

(a) 加熱装置を備え熔融物質を収容する単結晶引上げ用容器、

(b) 該容器の側壁の外周を取囲んで設けられ容器内の熔融物質に下向きの進行磁場を印加する手段、

を設けたことを特徴とする単結晶の製造装置である。

進行磁場を印加する手段は、熔融物質収容容器の側壁を取囲む電磁石と、これに低周波交流電流を供給する装置とから成る。

〔作用〕

電導性の液体に進行磁場を印加すると、誘起電流と磁場との相互作用により該液体に流動の駆動力を与えることができ、この原理は、流体輸送用の電磁ポンプなどに用いられている。この際、電流が誘起される範囲すなわち、浸透深さ δ は次式で表わされる。

$$\delta = (1/\pi f \mu \sigma)^{1/2} \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 μ : 透磁率

σ : 電導率

である。

上記進行磁場の振動数 f が増大するにつれて浸透深さ δ は減少する。

従つて、目的に応じて適切な振動数を選択することにより浸透深さ δ 、言い換えると流動の駆動力の及ぶ範囲を変えることができる。

第1図は本発明の装置の構成を示したものであり、ルツボ3の側壁を取囲むように、チエンバ外壁2の外側に進行磁場発生用の電磁石1を設置する。この電磁石1は立設円筒形として、ルツボ内Si融液4に軸対称の進行磁場を与える。

ルツボ3内のSi融液は、ヒータ6によりルツボ3を介して熱せられているために、ルツボ側壁近傍のSi融液の温度が内部より高くなり、この温度差による浮力により第3図、第4図に示す熱対流10が発生する。本発明は進行磁場により、ルツ

ポ側壁近傍のSi融液に、上記浮力に抗する下向きの力を与えることにより熱対流10を抑止する。

〔実施例〕

次に本発明の実施例につき詳しく説明する。

実施例 1

第1図に示す装置を用いてSi単結晶の引上げを行った。この装置はルツボ3内にSi融液4を収納し、この融液から単結晶5を引上げる。ルツボ3の外周にヒータ6、その外周に熱シールド7を備え、これらはチエンバ外壁2で被覆されている。このチエンバ外壁2の外周に、ルツボ3の側壁の周囲を取囲むように電磁石1が設けられる。電磁石1には図示しない低周波発振装置から進行磁場を発生する交流電流が供給される。

本発明の実施例においては、ルツボ内融液に、ルツボ側壁部で磁場強度100ガウス、周波数100Hzの下向きの進行磁場を印加した。また、比較例においては、同装置を用い、磁場印加をせずに引上げを行った。実施例、比較例共に、結晶およびルツボの回転数はそれぞれ20rpmおよび10rpm逆向きとした。

単結晶インゴットの頭部付近から切り出して製造したSiウエハにつき、実施例と比較例の特性比較を行った。その結果を第1表に示す。

実施例は、比較例に比べ酸素濃度が約1/4に減少した。これは、熱対流の抑制により、ルツボ材のシリカからの酸素の溶出が減少した効果と考えられる。一方、実施例と比較例でウエハ面内の抵抗値ばらつきは同じである。

以上のように本発明により、ウエハ面内のドーピング元素分布、言い換えると抵抗値分布の不均一性を増すことなく、酸素濃度を大幅に低減することができる。

第 1 表

	実施例	比較例
酸素濃度 (atom/cm ³)	$(3.5 \pm 0.5) \times 10^{17}$	$(15 \pm 2) \times 10^{17}$
ウエハ面内の抵抗値のばらつき	5%	5%

実施例 2

次に、本発明の実施例につき、磁場の強さを変えた場合の効果につき説明する。実施例1と同じ装置を用い、印加する磁場を変えてSi単結晶の引上げを行った。実施例、比較例共に結晶およびルツボの回転数はそれぞれ20rpmおよび10rpm逆向きとした。その後、単結晶インゴットの頭部付近から切り出して製造したSiウエハにつき酸素濃度を測定したのが第5図である。同図に示されるごとく磁場の強さが増すにつれ酸素濃度が低下する。従つて、本発明によれば磁場の強さを調節することにより酸素濃度を所望の範囲内にコントロールすることができる。

〔発明の効果〕

本発明により、パワートランジスタ用などに必要な低酸素濃度のシリコンウエハを引上げ結晶を用いて製造することができる。また、本発明法による引上げSi結晶は結晶面内の抵抗値のばらつきが少なく、酸素濃度を制御した高集積回路用ウエハの製造にも使用することができる。

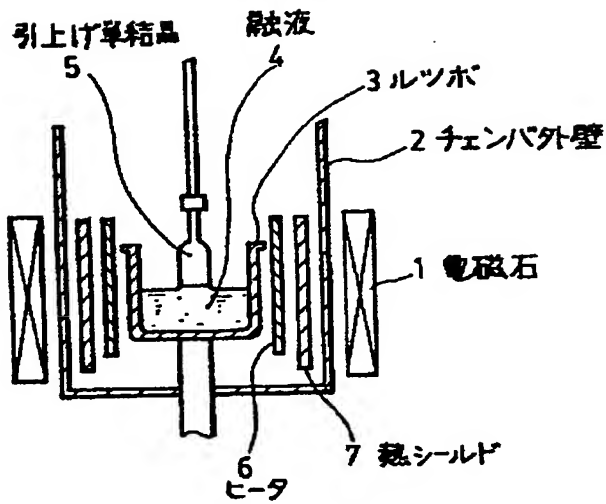
本発明はSi以外の結晶の引上げにも適用することができる。例えば、GaAsの引上げに適用することによりルツボ材であるシリカやPBN(パイロリテック窒化ほう素)の溶出を抑制することが可能である。

図面の簡単な説明

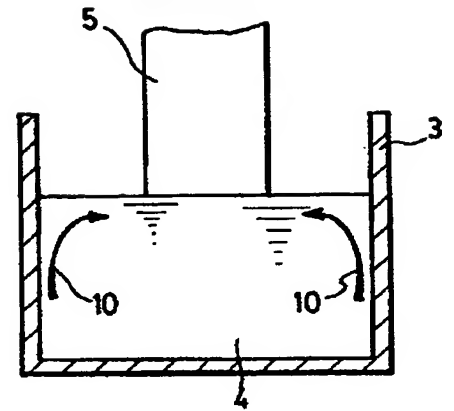
第1図は本発明の構成を示す模式断面図、第2図は固/液界面近くの不純物元素濃度分布を示す模式図、第3図は結晶を回転しない場合の融液流動を示す模式図、第4図は結晶を回転する場合の融液流動を示す模式図、第5図は磁場強さと酸素濃度の関係を示すグラフである。

1……電磁石、2……チエンバ外壁、3……ルツボ、4……融液、5……引上げ単結晶、6……ヒータ、7……熱シールド、10……熱対流、11……強制対流。

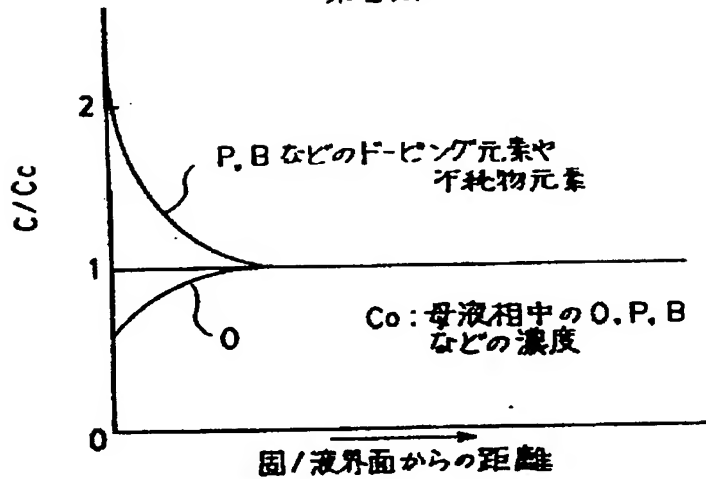
第1図



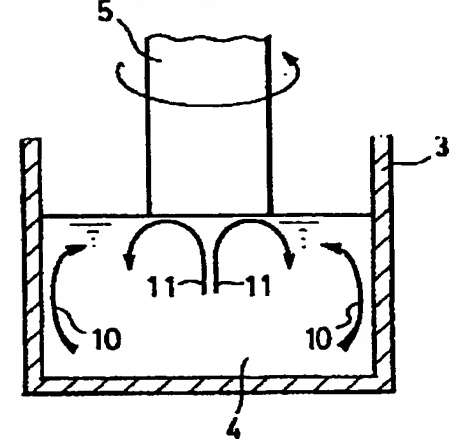
第3図



第2図



第4図



第5図

